Gruenewald

Uber heilgymnastische Maschinen

Arch. f. Orth., Mechanother. u. Unfallchir., VIII.

Nicht im Buchhandel.

Grünewald

Separat-Abdruck

aus dem

Archiv

für

Orthopädie, Mechanotherapie und Unfallchirurgie.

VIII. Band. 4. Heft.

Herausgegeben

von

Dr. J. Riedinger,
a. o. Professor in Würzburg.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Lehrbuch der Nachbehandlung nach Operationen.

Bearbeitet von

Prof. Dr. **Paul Reichel** in Chemnitz.

Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage.

Mit 67 Abbildungen im Text.

Preis geb. M. 12.—.

Besprechungen über die erste Auflage:

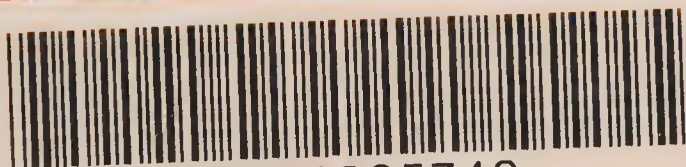
. . . . Das Werk soll der grössten Zahl der praktischen Ärzte und der Anfänger in der Chirurgie ein Ratgeber sein für das ärztliche Verhalten am Schlusse der Operation bis zur Vollendung der Heilung des Operierten. Die Wundbehandlung und die Störungen der Wundheilung, die bei etwaigen Komplikationen zu ergreifenden Massnahmen, sowie endlich eine genaue klinische Schilderung der möglichen Komplikationen bilden den Inhalt dieses eigenartigen Lehrbuches. Die Gefahr, hierbei allzuweit in das Gebiet der allgemeinen und speziellen chirurgischen Pathologie hinüberzugreifen, hat R. meist geschickt vermieden.

Das Buch verdient entschieden eine weite Verbreitung unter den praktischen Ärzten. *Schmidts Jahrbücher.*

. . . . Der verdienstvolle Verfasser hat sich die dankbare Aufgabe gestellt, das in den meisten chirurgischen Lehrbüchern etwas stiefmütterlich behandelte Gebiet der Nachbehandlung nach Operationen in ausführlicher Weise zu beleuchten, weil er selbst als junger klinischer Assistent diese Lücke der Bücher empfunden hat. Ist doch gerade die Nachbehandlung für den Erfolg der Operation häufig bestimmend und vielfach wichtiger und grössere Erfahrung erfordernd, als der Eingriff selbst.

Das Buch wird sich in der ärztlichen Praxis viele Freunde erwerben.

Ärztl. Sachverständigen-Zeitung.



Separatabdruck aus dem Archiv f. Orthop., Mechanoth. u. Unf.-Chir., Bd. VIII. H. 4.



XXIV.

Über heilgymnastische Maschinen.

Von

Sanitätsrat Dr. **Grunewald**, München.

Mit 3 Abbildungen im Text.

Die Heilgymnastik datiert aus kleinen Anfängen. Sie entstand im Anfang dieses Jahrhunderts in Schweden und war anfangs sowohl bezüglich ihrer Hilfsmittel als auch ihrer Anwendung recht beschränkt. Solange sie die spezifische Kunst eines feinfühligen Bewegungsgebers blieb, konnte sie nur einem engen Kreis von Kranken zugänglich werden. Auf die breite Basis von heute ist sie erst gestellt worden dadurch, dass Zander die Maschine in das Gebiet der Heilbewegungen einführte. Das war unzweifelhaft ein genialer Griff und ein grosses Verdienst Zanders. Das systematische Bestreben, die Körperbewegungen an Maschinen zu binden, für sämtliche Bewegungen adäquat gebaute Apparate zu konstruieren, die eine genaue, leichtkontrollierbare Dosierung der Belastung gestattete, ist ein bedeutender praktischer Fortschritt gewesen. Dadurch ist erst die Gymnastik den vielen Tausenden zugänglich geworden, die sich ihrer jetzt täglich bedienen.

Zander hat auch versucht, sich bei der Konstruktion seiner Apparate an die Physiologie der Muskelarbeit anzulehnen. Er fusst, wie bekannt, auf dem Schwann'schen Gesetz, nach welchem die Spannung des Muskels im Beginne der Zusammenziehung am grössten ist und mit der Zunahme der Kontraktion abnimmt, und auf der Tatsache, dass die grosse Mehrzahl der willkürlichen Muskeln auf Hebel wirkt, und deshalb die entwickelte Kraft von der Stellung des Knochenhebels und der Muskelkraft zueinander abhängig ist. Um diesen Faktoren gerecht zu werden, lässt er die Last auch seinerseits an Hebeln wirken. Daraus soll eine den physiologischen Verhältnissen konforme Entwickelung der zu leistenden Muskelarbeit resultieren. Diese Theorie hat jahrelang zu Recht bestanden, ohne nennenswerte Angriffe von irgend einer Seite zu erfahren, und ist von den zahlreichen, besonders in Deutschland wohnenden Schülern Zander's gutgläubig hingenommen und vertreten worden. Der Umstand indes, dass allmählich auch weitere ärztliche Kreise sich mit der mechanischen Heilgymnastik beschäftigten, hat zu einer Erschütterung der bisher geltenden Meinungen über die physiologische Basis

des Zander'schen Systems geführt, die zuerst von Krukenberg in seinem Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden versucht worden ist. Krukenberg kommt aber, obgleich er die theoretischen Grundlagen der Zander-Apparate nicht anerkennt, trotzdem zu der Ansicht, dass sie praktisch sehr brauchbar seien, und das Ansehen, dessen sie sich erfreuen, wohl verdienen. Herz indessen bricht vollständig den Stab über sie und will die Zander-Apparate durch ein neues, auf angeblich absolut rationeller Basis beruhendes System, dessen Grundlagen exakte Experimente am Lebenden bilden, ersetzen.

Praktische Gründe veranlassten mich vor kurzem, diesen Fragen näherzutreten und zu prüfen, ob wir überhaupt imstande sind, rationell, d. h. den physiologischen Verhältnissen des Körpers angepasste heilgymnastische Maschinen zu bauen.

Indem ich von heilgymnastischen Maschinen spreche, habe ich ausschliesslich die Widerstandsapparate im Auge. Sie sind weitaus die wichtigsten und wertvollsten. Die Apparate für passive Bewegungen, seien sie nun durch Maschinenkraft (Zander) oder durch Federkraft (Herz) bewegt, stehen ihnen an genereller Bedeutung bei weitem nach. Ihre Indikationen sind eng begrenzte und der Raum, den sie z. B. bei Zander einnehmen, steht zu ihrem Werte in keinem richtigen Verhältnis. Nur für die Krukenberg'schen Pendel, die aktiv-passiv wirken und in gewisser Hinsicht auch als passive Apparate aufgefasst werden können, gilt diese Auffassung nicht. Sie sind zweifellos ein höchst wertvoller Teil des heilgymnastischen Apparatenschatzes.

Unter welchen Umständen ist diese Widerstandseinrichtung am vollkommensten? Die Technik nennt diejenige Kraftmaschine ceteris paribus die beste, welche das günstigste Verhältnis zwischen Kraftaufwand und Arbeitsleistung erreicht. Dieser Grundsatz ist auf die Heilgymnastik ohne weiteres übertragbar. Auch eine heilgymnastische Maschine würde ihren Zweck um so vollkommener erfüllen, je mehr von der aufgewandten Muskelspannung in ihr als Arbeit in Erscheinung tritt. Denn wenn es auch nicht auf den Nutzeffekt der Arbeit ankommt, so müssen wir doch annehmen, dass unter diesen Umständen die Arbeit dem Organismus am konformsten ist, dass sie ihn am wenigsten anstrengt und dass sowohl der Aufwand an Nervenspannung als auch der Stoffverbrauch verhältnismässig am geringsten ist, während die belebende und anregende Wirkung der Muskelarbeit die gleiche bleibt.

Daraus ergibt sich, dass es die erste Aufgabe wäre, uns von dem Energieverbrauch des Körpers bei der Ausführung von Widerstandsbewegungen ein Bild zu machen.

Die Fähigkeit des Muskels, Arbeit zu leisten, setzt sich aus zwei Faktoren zusammen, aus seiner Elastizität und aus seiner Kontraktibilität.

Befindet sich der Muskel im Ruhezustande, so hat er eine gewisse natürliche Länge. Durch Anhängen von Gewichten, kann er um einen gewissen Längenteil gedehnt werden, und zwar entspricht innerhalb gewisser Grenzen die Dehnungsgrösse der Belastung. Nehmen wir an, ein Muskel von der Länge L sei durch ein Gewicht p um ein bestimmtes Mass l, also auf

die Länge L + l gedehnt, so vermag der Muskel, wenn man das Gewicht um x vermindert, den Rest p — x um ein gewisses Mass n zu heben. Er leistet die Arbeit n . (p — x). Diesen Vorgang kann man in abgemessenen Abstufungen so lange wiederholen, bis die Last gleich Null geworden ist. Dann hat der Muskel wieder seine natürliche Länge L erreicht. Durch die Elastizität des Muskels ist also Arbeit geleistet worden, und zwar ist diese Arbeit, wenn man von der nicht ganz zutreffenden Voraussetzung ausgeht, dass die Dehnung des Muskels der Belastung proportional ist (wie dies bei nicht organisierten Körpern der Fall ist) $\frac{l \cdot p}{2}$. Auch der kontrahierte Muskel ist der Dehnung durch Belastung fähig. Natürlich bedarf er aber, um auf die Länge L + l gedehnt zu werden, einer grösseren Belastung und leistet bei der Entlastung eine entsprechend grössere Arbeit. Die Differenz zwischen dieser Arbeit und der durch die Elastizität allein geleisteten Arbeit ist die Arbeit der Kontraktion. Die Arbeit der elastischen Dehnung ist variabel. Sie wächst mit der Dehnung und vermindert sich mit der Annäherung an den Ruhezustand des Muskels. Der Zuschuss, welchen sie der Kontraktion hinzufügt, ist also im Anfang der Kontraktion am grössten und vermindert sich mit der Zunahme derselben. Er wird gleich 0 in dem Augenblick, in welchem der kontrahierte Muskel seine mittlere Länge erreicht hat. Verkürzt sich den Muskel über seine mitttere Länge hinaus, so tritt sogar der gegenteilige Effekt ein. Die Elastizität des Muskels bedingt es also, dass mit zunehmender Verkürzung desselben seine Kraft sinkt (Schwann'sches Gesetz).

Ebenso, wie die elastische Kraft, nimmt auch die Kraft der Kontraktion mit zunehmender Verkürzung ab. Schwann hat dies schon 1837 festgestellt, und es ist später noch durch genauere Untersuchungen von Hermann bestätigt worden. Während Schwann eine gradlinige Abnahme der Kraft mit zunehmender Kontraktion annahm, fand Hermann die Abnahme in den ersten Stadien der Kontraktion am stärksten, später geringer. Braune und Fischer (Die Rotationsmomente der Beugemuskeln, des Ellbogengelenks. Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-physikalische Klasse, Bd. 15. 1889) berechnen aus den Hermann'schen Zahlen, dass die Abnahme der Muskelkraft dem Quadrate der Länge nahezu proportional ist.

Auch der zeitliche Ablauf der Zusammenziehung lässt dieselbe Tendenz der Abnahme der Muskelkraft mit steigender Zusammenziehung erkennen. Derselbe ist auf das genaueste studiert und zwar zuerst im Jahre 1850 von Helmholtz in einer klassischen, für die experimentelle Physiologie höchst bedeutsamen Arbeit. Darnach dauert der Vorgang der Zusammenziehung und der Wiedererschlaffung des Muskels etwa $^1/_{10}$ Sekunde. 0,005 Sekunden nimmt ein Stadium latenter Reizung ein; die alsdann einsetzende Verkürzung bleibt sich während etwa $^3/_4$ der Verkürzungsdauer in der Schnelligkeit gleich; im letzten Viertel wird sie langsamer, um nach Erreichung des Höhepunktes in die Phase der Wiedererschlaffung überzugehen. Es ist klar, dass der Muskel in der Phase der schnellen Zusammenziehung in der Zeiteinheit mehr Arbeit leistet der in der als langsamen.

Es wirken also mehrere Faktoren zusammen, um die Abnahme der Leistungsfähigkeit des Muskels mit zunehmender Kontraktion zu bewirken. Betrachten wir aber den Muskel im Verhältnis zu den Knochen, auf welche er wirkt, so verändern sich die dynamischen Verhältnisse fast in das Gegenteil.

Die willkürlichen Muskeln, wenigstens der Extremitäten setzen an dem Knochen überwiegend als an Hebeln an, so dass ihre Arbeitsleistung sich nach den Hebelgesetzen regelt. Bekanntlich kommt eine auf den Hebel wirkende Kraft nur dann voll zur Wirksamkeit, wenn ihre Richtung auf der Richtung des Hebelarmes senkrecht steht. Kräfte, welche unter einem anderen als den rechten Winkel angreifen, gehen ganz oder zum Teil verloren; ganz, wenn sie in der Richtung des Hebelarmes liegen, da sie alsdann eine Verschiebung desselben gegen seinen Drehpunkt intendieren, die bei intaktem System unmöglich ist, teilweise, wenn sie unter spitzem oder stumpfem Winkel angreifen. Der Nutzeffekt der Kraft wird um so grösser, je mehr sich ihre Richtung zu dem Hebelarm einem rechten nähert, und zwar steigt er proportional dem Sinus des Angriffswinkels.

Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkte die Extremitätenmuskeln, welche für unseren Verkehr mit der Aussenwelt die wichtigsten sind und zweifellos die grösste Muskelarbeit leisten, und gehen wir von dem geläufigsten Beispiele, der Beugung von Vorder- und Oberarm zueinander im Ellbogengelenk, aus, so ist sofort zu erkennen, dass die zugehörigen Muskeln höchst ungeeignet gelagert sind; denn sie bilden in der gestreckten Lage des Gelenkes, bei welcher sie ihre Tätigkeit zu beginnen haben, mit der Richtung der Knochen, welche sie gegeneinander beugen wollen, spitze Winkel von geringem Werte. Ihr Moment, das heisst das Produkt aus der Kraft und der Senkrechten aus dem Drehpunkte auf die Richtung der Kraft, nach welchem die wirklich ausgenützte Arbeit bestimmt wird, ist demnach am Beginn der Beugung ein höchst geringes; ein grosser Teil ihrer Zugkraft muss unter diesen Umständen verloren gehen. Je weiter indes die Beugung fortschreitet, um so günstiger wird die Wirkung der Muskeln. Der Winkel, den sie mit den Knochen bilden, vergrössert sich und damit ihr Moment. Ähnlich wie die Beugemuskeln des Ellbogengelenks verhalten sich die meisten Beugemuskeln der Extremitäten und des Rumpfes. Inwieweit sich das Moment ändert, hängt also von der Ausgangsstellung der Muskeln zu den gegeneinander zu bewegenden Knochen und der Veränderung dieser Stellung im Laufe der Drehung ab. Nehmen wir z. B. an, der Muskel bilde im Beginn der Zusammenziehung mit dem Knochen einen Winkel von 5^0 und dieser Winkel steige auf 90^0, so würde sich, da der Sinus 5^0 gleich ist 0,0872, der Sinus $90^0 = 1$, das Moment um $\frac{1}{0{,}0872}$ fache, das heisst fast um das Zwölffache vermehren. Derartige Differenzen kommen aber im Organismus gar nicht vor. Es rührt dies daher, dass der Muskel, um überhaupt wirken zu können, nicht unter einem zu kleinen Angriffswinkel zum Knochen stehen darf. Wenn Muskel und Knochen parallel zueinander liegen, so könnte der Muskel den Knochen überhaupt nicht drehen, sondern nur in seiner Richtung bewegen, was das Gelenk nicht er-

laubt. Aber auch bei kleinem Winkel würde die vorhandene Zugkraft des Muskels in der Regel nicht ausreichen, den der Drehung entgegenstehenden Widerstand zu überwinden, und seine Wirkung würde so gut wie paralysiert sein. Wo die Ansatzverhältnisse eines Muskels so beschaffen sind, da tritt der Muskel erst dann in Wirksamkeit, wenn schon andere, günstiger gelagerte Muskeln eine gewisse Drehung ausgeführt und dadurch den Angriffswinkel für den ungünstiger gelagerten Muskel verbessert haben. Es können auch andere Hilfsmittel eintreten, wie wir z. B. beim Brachialis internus sehen; dieser wird kurz vor seinem Ansatz durch die Rolle des Humerus emporgehoben und setzt nun unter einem günstigeren Winkel ein, als die Richtung seines sonstigen Verlaufes gestattet hätte.

Aus dem Gegensatz zwischen der sinkenden Muskelkraft und dem steigenden Momente bei Zunahme der Bewegung könnte man nun schliessen, dass die Arbeitsleistung des Gelenkmuskelsystems im allgemeinen für eine gleichmässige Belastung eingerichtet ist. Dem scheint aber in Wirklichkeit nicht so zu sein. Braune und Fischer[1]) haben mathematisch die Rotationsmomente für das Ellbogengelenk an der Leiche aus dem Durchschnitt von 4 Armen bestimmt und die Resultate in mehreren Tabellen niedergelegt. Tabelle I enthält die Rotationsmomente der Beugemuskeln des Ellbogengelenks unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Querschnitte der Muskeln, wenn die Muskelkraft konstant gleich einem Kilo ist, ohne Berücksichtigung der Abnahme der Kraft bei zunehmender Verkürzung.

Tabelle II enthält die Rotationsmomente der sechs Muskeln für den Fall dass die Muskelkraft proportional mit der Länge des Muskels abnimmt. .

Tabelle I.

Die Rotationsmomente der Beugemuskeln des Ellbogengelenkes in Berücksichtigung der durchschnittlichen Querschnitte der Muskeln, wenn die Muskelkraft konstant = 1 kg ist (ohne Berücksichtigung der Abnahme der Muskelkraft bei zunehmender Verkürzung).

Beugung	Pronat. teres	Radialis ext. long.	Brachialis intern.	Biceps cap. long.	Biceps cap. brev.	Supinat. long.	Summe	Verhältniszahl
5°	22,4	— 15,9	145,7	67,1	46,0	33,7	299	1
20°	26,5	+ 21,6	170,9	90,7	58,9	61,6	430,2	1,43
35°	29,8	50,1	199,5	129,5	83,7	106,2	598,8	2
50°	34,1	77,1	242,8	175,1	114,9	145,1	787	2,7
65°	41,7	101,4	308,9	212	139,4	180,7	984,1	3,28
80°	47,9	126,8	372,4	234,8	155,1	210,8	1147,8	3,71
95°	52,9	146,6	436,7	247,3	166,6	233	1282,8	4,27
110°	53,8	156	444,8	230,6	157,4	245,5	1288,1	4,35
125°	46,5	146,2	401,3	202,7	141,8	228,4	1166,9	4,00

[1]) Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenke des Menschen. Leipzig 1899. XV. der Abhandlung der mathematisch-physikalischen Klasse der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.

Tabelle II.

Das Rotationsmoment der 6 Muskeln für den Fall, dass die Muskelkraft proportional mit der Länge abnimmt.

Beugung	Pronat. teres	Radialis ext. long.	Brachialis intern.	Biceps cap. long.	Biceps cap. brev.	Supinat. long.	Summe	Verhältniszahl
5°	22	—	144	66	46	34	312	1
20°	25	—	162	87	57	60	391	1,25
35°	27	49	182	119	77	100	554	1,78
50°	29	72	209	151	99	129	689	2,2
65°	32	87	247	167	110	148	791	2,53
80°	34	99	270	166	110	156	835	2,7
95°	33	99	277	151	103	151	814	2,6
110°	28	87	238	120	83	134	690	2,2
125°	2	65	177	89	62	102	515	1,75

Tabelle III.

Die Rotationsmomente der 6 Muskeln für den Fall, dass die Muskelkraft proportional der Quadrate der zunehmenden Verkürzung abnimmt.

Beugung	Pronat. teres	Radialis ext. long.	Brachialis intern.	Biceps cap. long.	Biceps cap. brev.	Supinat. long.	Summe	Verhältniszahl
5°	22	0	143	66	45	33	309	1
20°	24	0	156	84	54	59	377	1,2
35°	24	48	165	110	71	95	513	1,65
50°	24	66	182	130	86	115	603	1,95
65°	25	75	198	131	88	122	639	2,7
80°	23	76	197	116	78	116	606	1,9
95°	20	67	175	93	63	98	516	1,67
110°	15	49	127	62	43	74	370	1,2
125°	9	29	76	49	27	46	236	0,75

Vergleichende Tabelle des Wachsens der Sinuskurve und der Momente nach den drei Berechnungsarten (I. II. III.).

Sinuskurve			Winkel	Verhältniszahlen der Werte von		
Winkel	Sinus	Verhältniszahl		I	II	III
∢ 5°	0,0872	1	5°	1	1	1
∢ 20°	0,342	4	20'	1,43	1,25	1,2
∢ 35°	0,5736	6,6	35°	2	1,78	1,65
∢ 50°	0,766	8,8	50°	2,7	2,2	1,95
∢ 65°	0,9063	10,4	65°	3,28	2.53	2,7
∢ 80°	0,9848	11,3	80°	3,71	2,7	1,9
∢ 90°	1	11,4	95°	4,27	2,6	1,67
∢ 110°			110°	4,35	2,2	1,2
∢ 125°			125°	4	1,75	0,75

Tabelle III enthält die Rotationsmomente für den Fall berechnet, dass die Muskelkraft proportional dem Quadrate der zunehmenden Verkürzung abnimmt.

An Tabelle I ist zunächst interessant, dass das Moment des Radialis externus longus im Anfang ein negatives ist, d. h. der Muskel würde im Beginne der Beugung derselben entgegenwirken und erst bei 15° an der Beugung sich beteiligen. Doch dies nur nebenbei. Die Momente der Beugemuskeln wachsen im übrigen mit zunehmender Beugung. Der Pronator teres erreicht sein höchstes Moment bei 105°; der Radialus exsternus longus bei 110°, der Brachialis internus bei 105°, der Biceps (langer Kopf und kurzer Kopf) bei 95° und der supinator longus bei 110°. Addiert man die Momente der fünf Muskeln bei den gleichen Beugungsgraden, was, da sie sämtlich in gleichem Sinne wirken, zulässig ist, so liegt der höchste Wert bei 105°. Die Beugemuskeln nützen also unter der Voraussetzung, dass die Abnahme der Muskelkraft bei zunehmender Verkürzung unberücksichtigt bleibt, ihre Kraft bei 105° Beugung am besten aus, und zwar ist die Ausnützung etwa 5,3 mal so gross als im Beginne der Beugung.

Tabelle II geht von der Annahme aus, dass die Muskelkraft proportional mit der Länge abnimmt (Schwann). Hier liegen die höchsten Werte.

Pronator teres	bei	75—80°
Radialis externus longus	„	85—90°
Brachialis internus	„	90°
Biceps cap. long.	„	65—75°
Biceps cap. brev.	„	70—75°
Supinator longus	„	80°

Die Addition der Momente ergibt den höchsten Wert bei 80—85°; er ist etwa 2,7 mal so gross als das Moment im Beginn der Bewegung.

Tabelle III endlich enthält die Rotationsmomente für den Fall, dass die Muskelkraft proportional dem Quadrat der zunehmenden Verkürzung abnimmt. Höchster Wert des

Pronator teres	bei	55—70°
Radialis externus longus	„	70—75°
Brachialis internus	„	75°
Biceps cap. long.	„	55°
Biceps cap. brev.	„	55—60°
Supinator longus	„	65°

Die Addition der Momente ergibt den höchsten Wert bei 65° und zwar ist er 2,2 mal so gross als bei Beginn der Bewegung.

Daraus ergibt sich nun:

1. Die Momente sämtlicher Beugemuskeln zeigen bis zu einem gewissen Höhepunkte eine mit zunehmender Beugung steigende Tendenz. Diese wird durch die Berücksichtigung des Schwann'schen Gesetzes vermindert, aber nicht aufgehoben.
2. Das höchste Moment liegt in der Regel nicht bei 90°, sondern meistens tiefer oder höher. Der Punkt schwankt je nach der der Be-

rechnung zugrunde liegenden Auffassung von der physiologischen Entwickelung der Muskelkraft. Das höchste Moment ist, wenn das Schwann'sche Gesetz unberücksichtigt bleibt, das 5,3 fache des Anfangsmoments. Bei Berücksichtigung des Schwann'schen Gesetzes beträgt es bei Annahme der Schwann'schen Resultate das 2,7 fache, bei Annahme der Hermann'schen Resultate das 2.2 fache.

3. Vielfach beharrt der Höhepunkt auf einer längeren, 20—25° betragenden Strecke.
4. Nach Überschreiten des Höhepunktes nimmt das Moment bis zur Beendigung der Bewegung wieder ab.

Die Betrachtung unserer Tabelle lehrt uns also, dass die Entwickelung der Momente der Beugung ganz anders vor sich geht als die Sinuskurve. Es bestehen da sehr wesentliche Differenzen. Die Sinuskurve, mit 0 beginnend, entwickelt sich rasch und steil, die Kurve der Momente viel langsamer auch dann noch, wenn man von der Reduktion durch die Schwann'schen Erscheinungen ganz absieht. Die Sinuskurve erreicht bei 90° ihren Höhepunkt und fällt genau in dem Tempo wieder, wie sie angestiegen. Ihre absolute Höhe ist beträchtlich grösser. Das Widerstandsmoment ist bei 90° Beugung fast 12 mal so gross als bei 5° Beugung. Wenn also Zander bei seinem Apparate Armbeugen den Widerstand an einem Hebel anbringt und „dieser Hebel folgt so nah als möglich (geht parallel mit) den natürlichen Hebeln (dem Arm, dem Bein)," so ist damit keineswegs eine Anpassung an disponible Muskelkraft erreicht[1]). Ja, es ist sogar leicht einzusehen, dass, da der Hebel sich parallel mit der Extremität bewegt, nichts anderes erreicht wird, als ob der Widerstand oder die zu bewegende Last an der Extremität selbst aufgehängt wird. Nun sagt zwar Zander (l. c.) weiter: „Wir müssen aber auch ein anderes Verhältnis berücksichtigen, nämlich, dass die absolute Kraft des Muskels bedeutend geringer ausfällt, je mehr sich derselbe schon kontrahiert hat (Schwann); die Schwierigkeit ist, den Hebelgesetzen sowohl, als dem Schwann'schen Gesetze bei der Konstruktion der Apparate den berechtigten Einfluss einzuräumen, was nicht nur durch Berechnung allein, sondern auch durch praktische Versuche geschehen muss. So habe ich beim Apparate B 9 Kniebeugen den grössten Widerstand nicht da gesetzt, wo Ober- und Unterschenkel einen rechten Winkel miteinander bilden, wie es das Hebelgesetz fordert, sondern zirka 30° vor dieser Stellung, weil man während der Bewegung deutlich fühlt, dass das Maximum von Widerstand an dieser Stelle am leichtesten beseitigt wird."

Zander ist offenbar der Meinung, dass, wenn die Einschränkung des Schwann'schen Gesetzes nicht bestände, auch an den menschlichen Gelenken das grösste Moment der Muskulatur stets mit der rechtwinkligen Stellung des Gelenkes zusammenfallen müsste. Dass dies indes für das Ellbogengelenk nicht der Fall ist, haben wir aus den zitierten Fischer'schen Zahlen deut-

[1]) Nebel, Bewegungskuren. S. 9. Wiesbaden, J. F. Bergmann. 1889.

lich ersehen. Höchst wahrscheinlich ist dies ebensowenig an den anderen Gelenken der Fall. Keineswegs wissen wir zurzeit etwas Bestimmtes darüber. Wie und nach welcher Methode Zander übrigens die Einschränkungen der Schwann'schen Symptome verwertet, ob er hierbei die Schwann'schen oder die Hermann'schen Zahlen verwendet hat, darüber erfahren wir weder an der zitierten Stelle, noch sonstwo in der einschlägigen Literatur etwas. Es scheint, dass Zander sich mit ungefähren, aus Versuchen am Lebenden gewonnenen Schätzungen begnügt hat, welche indes die erforderliche Exaktheit kaum haben können.

Dazu kommt nun noch eine zur Zeit der Erfindung der Zander'schen Apparate noch nicht bekannte Tatsache. Wir sind bei der obigen Darstellung noch immer von der Vorstellung ausgegangen, dass bei der Beugung des Elbogengelenkes nur der Vorderarm sich gegen den Oberarm bewege, während der Oberarm ruhig bleibe. Nur von dieser Anschauung aus, die es einschliesst, dass die Drehungsachse des Ellbogengelenkes ihre Lage im Raum unverändert beibehält, ist es möglich, dass ein an dem Apparat an fester Achse befindlicher, nur um diese Achse drehbarer Hebel der Bewegung des Unterarms parallel läuft. Nun hat aber ebenfalls Otto Fischer[1]) erwiesen, dass die eingelenkigen Beugemuskeln sowohl, wie die eingelenkigen Streckmuskeln des Ellbogengelenkes nicht nur auf das Ellbogengelenk, über welches sie hinwegziehen, sondern auch auf das Schultergelenk, über welches sie nicht hinwegziehen, in beträchlicher Weise wirken. Die eingelenkigen Beugemuskeln des Ellbogengelenkes sind zugleich Streckmuskeln des Schultergelenkes, die eingelenkigen Streckmuskeln des Ellbogengelenkes zugleich Beugemuskeln desselben. Wird das Ellbogengelenk um 150^0 gebeugt, so beteiligt sich der Vorderarm hierbei mit 110^0, der Oberarm mit 40^0. Durch Belastung der Hand wird dies Verhältnis zuungunsten des Vorderarmes noch verschoben, so dass bei einer Belastung von 87 g und 148^0 Beugung des Ellbogengelenkes 91^0 auf den Vorderarm, 57 auf den Oberarm kommen, bei einer Belastung von 3497 g die Bewegung sich unter Vorder- und Oberarm gleichmässig verteilt und für beide 74^0 beträgt.

Die Beteiligung des Oberarms schliesst natürlich eine entsprechende Drehung im Schultergelenk ein, ohne die niemals unter natürlichen Verhältnissen eine Beugung im Ellbogengelenke stattfindet. Dies bedingt wiederum, dass das Ellbogengelenk während der Drehung seinen Ort im Raum verändert; bei der Beugung geht der Ellbogen nach hinten, bei der Streckung nach vorne. Man kann sich hier von auch leicht durch Beobachtung am Lebenden, besonders bei belastetem Vorderarm überzeugen. Für die Wirkung der Muskulatur ist nun diese Ortsveränderung des Ellbogens gleichgültig; die Momente bleiben unverändert. Dagegen kann ein an einer festen Achse drehbarer Hebel ihr nicht folgen, und er kann infolgedessen die beabsichtigte parallele Lage während der Drehung nicht beibehalten. Fixiert man aber, wie das bei den diesbezüglichen Zander'schen Apparate wenigstens für die Beugung im Ellbogengelenk durch die hinter dem Apparat angebrachte Ellbogenstütze geschieht,

[1]) Beiträge zu einer Muskeldynamik. Über die Wirkungsweise eingelenkiger Muskeln. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften, mathematisch-physikalische Klasse, Bd. XXII, 1895.

den Ellbogen, so dass er nach hinten nicht ausweichen kann, so geht dadurch der natürliche Gang der Bewegung verloren, und sie ist steif und erzwungen. Davon kann man sich nicht nur beim Apparat Ellbogenbeugen, sondern auch bei dem Apparat Kniebeugen, bei welchem die Oberschenkel durch eine quer über den Sitz verlaufende Pelotte fixiert werden, leicht überzeugen. Ich möchte bei dieser Gelegenheit überhaupt ein Veto einlegen gegen den Gebrauch, die Nachbargelenke zu fixieren, wenn ein Gelenk heilgymnastisch bewegt werden soll. Man schafft dadurch, wie mir praktisch längst klar, und wie Fischer auch theoretisch erwiesen hat, unnatürliche, dem Gebrauch des Lebens widersprechende Verhältnisse, die nicht heilsam sein können. Selbst wenn dadurch die Möglichkeit gewonnen würde, die Widerstände der Muskelkraft genau anzupassen, so würde die von dem Kranken notwendigerweise empfundene Unbequemlichkeit der Bewegung zu abnormen Innervationen führen, die den Vorteil der sparsamen Muskelarbeit wieder aufwiegen würden.

Folgt nun schon bei Gelenken von einer Freiheit der Hebel nicht den Schwankungen der Muskelkraft, so ist davon bei komplizierten Bewegungen noch weniger die Rede. Wer kennt die Entwickelung der Muskelkraft bei Bewegungen, wie sie für die Apparate Armsenken, Armsenken-Beugen, Armheben-Strecken, Hüft-Kniestrecken, Hüft-Heben eintritt? Hier stehen wir bezüglich der Ökonomie der Muskelkraft noch vor einem völligen Rätsel. Für diese und ähnliche Bewegung eine der Hebelbewegung entsprechende Entwickelung der Muskelkraft anzunehmen, ist völlig willkürlich.

Krukenberg hat in seinem Lehrbuch der Mechano-Therapie den Nachweis versucht, dass die Anordnung der Muskeln an (Knochen-) Hebeln den Kraftverlauf nur wenig beeinflusse, und hat infolgedessen dieselbe bei der Konstruktion seiner Widerstandsapparate überhaupt vernachlässigt und die Belastung konstant gewählt. Ich bin weit davon entfert, behaupten zu wollen, dass deshalb die Krukenberg'schen Apparate nicht auch als Widerstandsapparate durchaus brauchbar und zweckentsprechend seien, so wenig wie ich das von den Zander'schen sagen möchte. Unsere Erfahrungen in diesen Fragen reichen eben noch nicht weit genug, als dass wir schon eine bestimmte, als unerschütterliches Dogma geltende Richtschnur gewonnen hätten. Trotzdem kann ich indes den theoretischen Ausführungen Krukenbergs[1]) nicht beipflichten. Aus dem Umstande, dass der Brachialis internus durch die Trochlea von seinem Verlaufe abgelenkt wird und unter einem günstigeren Winkel an die Ulna ansetzt, als seinem sonstigen Verlaufe entspricht, „eine sehr bedeutsame Einschränkung des Hebelgesetzes in dem Mechanismus der Einwirkung der Muskeln auf die Knochen“ folgern zu wollen, scheint mir etwas zu weit zu gehen. Auch während der Abwickelung des Muskels von der Rolle folgt er dem Hebelgesetze, von dem die Rolle nur eine Anwendung ist. Übrigens bleibt auch, wie aus den Fischer'schen Zahlen hervorgeht, das Moment des Brachialis internus während der Abwickelung von der Trochlea nicht konstant, sondern steigt vom Beginn der Beugung an, allerdings in den ersten

---

[1]) Lehrbuch der mechanischen Heilmethoden. S. 116.

20^0 der Beugung weniger als später. Auch erreicht das Kraftmoment des Brachialis internus nach Fischer, soweit es nur durch Hebelmechanismus beeinflusst wird, das 3,4fache des Anfangsmomentes, während Krukenberg es unter der gleichen Einschränkung nur auf das $1^1/_2$fache berechnet.

Was nun den Biceps anlangt, so halte ich den Umstand, dass er an der ulnaren Seite des Radius und etwas nach hinten zu ansetzt, zwar für die supinierende Wirkung des Muskels bestimmend, für die Beugung des Ellbogengelenkes ist jedoch diese Lage so gut wie gleichgültig. Die supinierende und die beugende Wirkung des Biceps haben, rein mechanisch betrachtet, wenig miteinander zu tun; beide Bewegungen haben verschiedene, ungefähr senkrecht zueinander stehende Achsen, und dementspreehend zerlegt sich der Muskelzug in zwei voneinander ganz unabhängige Komponenten; die Supinationskomponente mag sich in ihrer Kraftentwickelung ähnlich verhalten, als ob sie sich von einer drehrunden Rolle, der Peripherie des Radius; abwickle, für die Beugungskomponente gilt dies ganz bestimmt nicht. Eher wird sie ein wenig von der Trochlea humeri beeinflusst, wie wenigstens der Umstand, dass das Moment beider Bicepsköpfe im Beginne der Beugung etwas langsamer wächst als später und ungefähr in denselben Abständen wie beim Brachialis internus, andeutet. Im übrigen steigt das Moment des langen Bicepskopfes von 62 bei 0^0 auf 247,3 bei 95^0, also um das Vierfache, das des kurzen Kopfes um 43,9 bei 0^0 auf 166,6 bei 95^0, also ebenfalls um das Vierfache, während Krukenberg auch für den Biceps das Verhältnis des höchsten zum geringsten Moment gleich 3 : 2, also als das Anderthalbfache angibt.

Krukenberg unterschätzt offenbar das Anwachsen der Momente der Beugemuskeln, und seine Anschauung, dass bei der Beugung des Gelenkes das Hebelgesetz nur in bedingtem Masse zutreffe, erscheint mir unbegründet. Ebensowenig kann ich Krukenberg in seiner Anschauung bezüglich der Streckmuskeln beistimmen. Er sagt darüber 118 l. c.: „Dagegen wirken sämtliche Streckmuskeln des Skeletts auf den Knochen nicht wie auf Hebel, sondern nach dem Prinzip der Rolle ein, welches allerdings nicht genau innegehalten wird, sondern mehr oder weniger modifiziert ist.“ Zur Prüfung dieser Anschauung habe ich an dem Arm einer Leiche den Trizeps untersucht. Nach dem Vorgange von Braune und Fischer entfernte ich an dem Arme sämtliche Muskeln bis auf die Ansätze, während Gelenke und Bänder völlig intakt blieben. Darauf legte ich durch das Ellbogengelenk, der Mitte des Olecranon entsprechend, einen sagittalen Sägeschnitt, der das untere Humerus- und obere Ulna-Ende in einer Länge von je 5 cm traf. In diesen Schnitt setzte ich von der ulnaren Seite aus je einen Querschnitt und entfernte dadurch eine oblongen Knochenkeil mit rechtwinkeligen Flächen, der die ulnare Hälfte des Gelenkes repräsentiert. Der Querschnitt der Trochlea lag nunmehr bloss. Da die äussere Kapselhälfte und die äusseren Bandmassen intakt blieben, so behielt das Gelenk einen für die Versuche ausreichenden Halt. An diesem Präparate hatte die Trochlea einschliesslich des Knorpelüberzuges einen Durchmesser von 1,9 cm. Es erwies sich der Querschnitt nicht völlig drehrund, sondern aus 2 Halbkreisen von verschiedenem Radius zusammengesetzt. Der Radius der grösseren volaren

Hälfte betrug 1,05 cm, der der kleineren dorsalen Hälfte 0,85 cm. In die Ansatzsehne des Triceps sowie an der Ursprungssehne des Caput longum des Trizeps befestigte ich je einen Haken; von dem äusseren und inneren Kopf wurden an den flächenförmigen Ursprungsstellen die Mittelpunkte bestimmt und an diesen Stellen je ein kleiner Nagel mit breitem Kopf in den Knochen eingetrieben. Dadurch, dass ich den Haken an der Ansatzsehne abwechselnd mit den Ursprungsstellen der 3 Köpfe durch eine gespannte Gummischnur verband, konnte ich die Richtung dieser Muskelteile in den verschiedenen Lagen des Gelenkes leicht bestimmen und vom Mittelpunkt der hinteren Hälfte der blossgelegten Trochlea eine leicht messbare Senkrechte auf dieselben fällen. Die beigefügten Photographien (Fig. 1—3) mögen die Versuchsanordnung veranschaulichen. Es ergaben sich folgende Masse:

Länge des Lotes vom Mittelpunkte der Trochlea auf die Richtung des Muskels in cm.

Winkelstellung des Gelenkes	caput. long.	caput. int.	caput. ext.
180°	3 cm	3 cm	3,2 cm
165°	2,9 „	2,9 „	3,15 „
150°	2,8 „	2,75 „	2,9 „
135°	2,7 „	2,5 „	2,7 „
120°	2,1 „	2,2 „	2,2 „
105°	1,7 „	1,7 „	1,9 „
90°	1,6 „	1,6 „	1,6 „
75°	1,6 „	1,6 „	1,35 „
60°	1,5 „	1,1 „	1,1 „
45°	1,3 „	1,0 „	1 0 „

Bei einem Beugungswinkel des Ellbogengelenkes von 45°, also beim Beginne der Streckung, ist die Richtung des Caput externum und internum tangential zur Rollenperipherie und bleibt so bis zu einem Winkel von 60°, also bis zur Streckung um 15°. Der senkrechte Abstand der Richtung des Caput longum ist selbst bei maximaler Beugung grösser als der Radius der Rolle; bei weiterer Streckung wächst der senkrechte Abstand für alle drei Köpfe und ist bei vollendeter Streckung etwa dreimal so gross als im Anfange der Bewegung, ceteris paribus ist also das Moment um das Dreifache gewachsen. Der Trizeps verhält sich also bezüglich des absoluten Wachsens der Momente bei steigender Bewegung den Beugern des Ellbogengelenkes fast gleich, unterscheidet sich aber von ihnen dadurch, dass der Höhepunkt des Momentes mit dem Endpunkte der Bewegung zusammenfällt. Dass diese Verhältnisse sich von der Abwickelung einer drehrunden oder annähernd drehrunden Rolle wesentlich unterscheiden, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung.

Bezüglich des Kniegelenkes spielt die veränderte Lage des Drehungsmittelpunktes, den Krukenberg selbst Seite 120 l. c. ausführlich auseinandersetzt, eine die Drehungsmomente beeinflussende Rolle. Krukenberg sagt:

„Nach H. Meyer geschieht die Drehung der Tibia am Femur in zwei Achsen, eine grössere bei stärkerer Streckstellung und eine kleinere bei stärkerer Beugung. Diese beiden Radien verhalten sich zueinander wie 5 : 9. Das Segment der stärkeren Beugung mit dem kleineren Radius entspricht einem Bogenwerte von 120°, das der Streckung mit dem grösseren Radius entspricht einem Bogenwerte von 40°. Durch diese eigentümliche Gestaltung der Kondylen-Flächen des Femur erleidet der mechanische Effekt der Beuger des Kniegelenks eine erhebliche Verschiebung. Während ihre Kraft nach dem Hebelgesetze

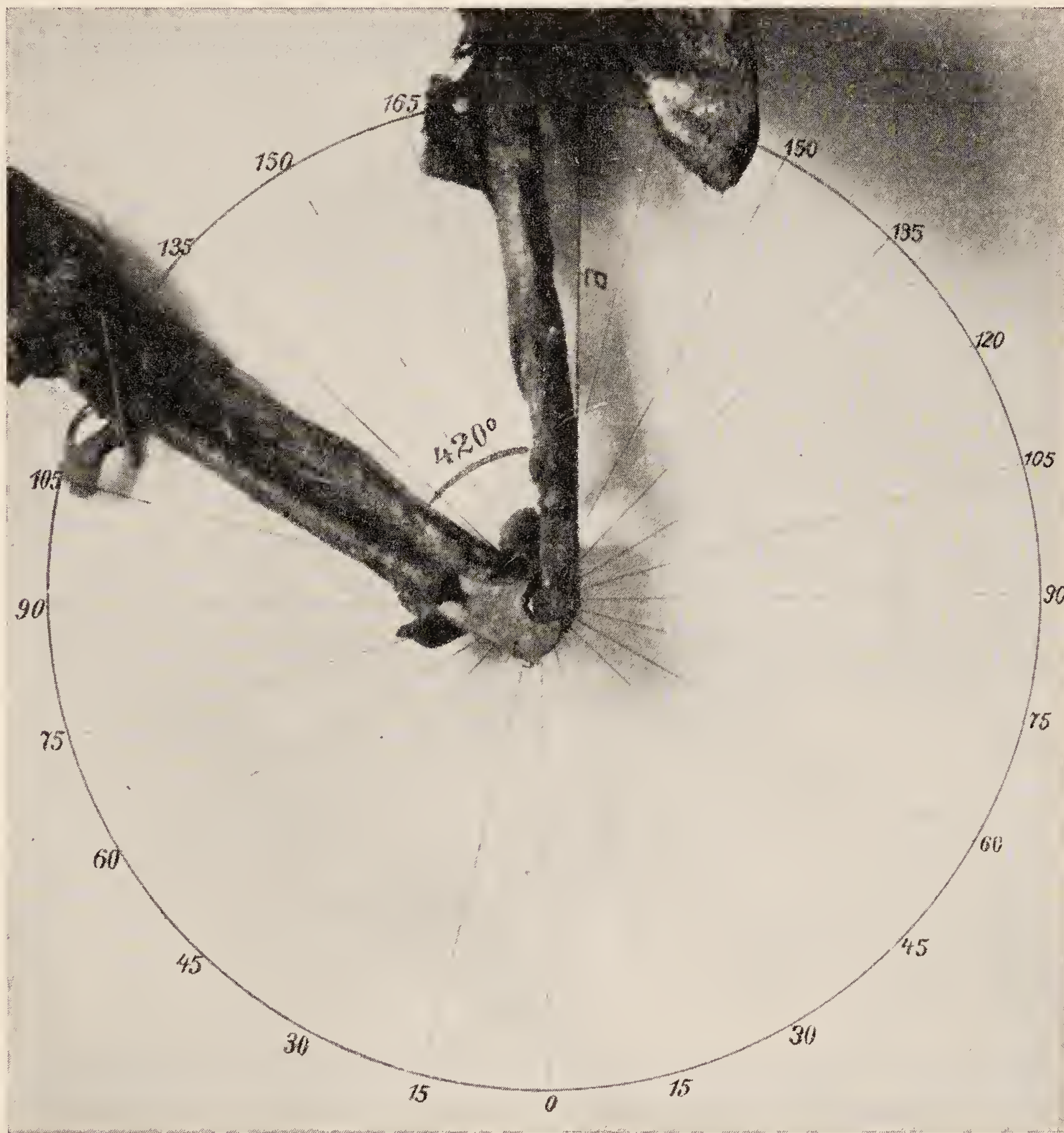


Fig. 1.

sehr erheblich wachsen muss, nimmt dieselbe durch die Verschiebung der Achse des Gelenks und durch die Verkleinerung des Radius durch die Drehung ab.“ Diese Bemerkung Krukenbergs ist richtig; aber er hätte aus ihr auch für die Strecker des Kniegelenks die Konsequenzen ziehen sollen. Dieselben Verhältnisse, welche eine Abschwächung der Beugungsmomente erzielen, erzeugen eine Verstärkung der Streckungsmomente. Durch die Veränderung der Radien verlieren die Kondylen den Charakter einer Rolle und werden zu Exzentren, dass heisst zu Rollen von wechselnden Radien.

Aus alledem ergibt sich nun, dass die einzelnen Gelenkmuskelsysteme trotz ihrer prinzipiell gleichmässigen Konstruktion

in ihren dynamischen Ergebnissen erhebliche Verschiedenheiten darbieten, für die uns ein sicherer Massstab noch fehlt und die sich deshalb unmöglich in ein mechanisches System, sei es nun Hebel oder Rolle, hineinkonstruieren lassen.

Eine generelle Lösung dieser Aufgabe, die Arbeitsleistung der Maschine in eine fortlaufende symmetrische Beziehung zu dem Kraftaufwand im Gelenkmuskelapparat zu bringen durch Aufstellung von für alle Gelenke gültigen Prinzipien ist also unmöglich. In richtiger Erkenntnis dieser Verhältnisse

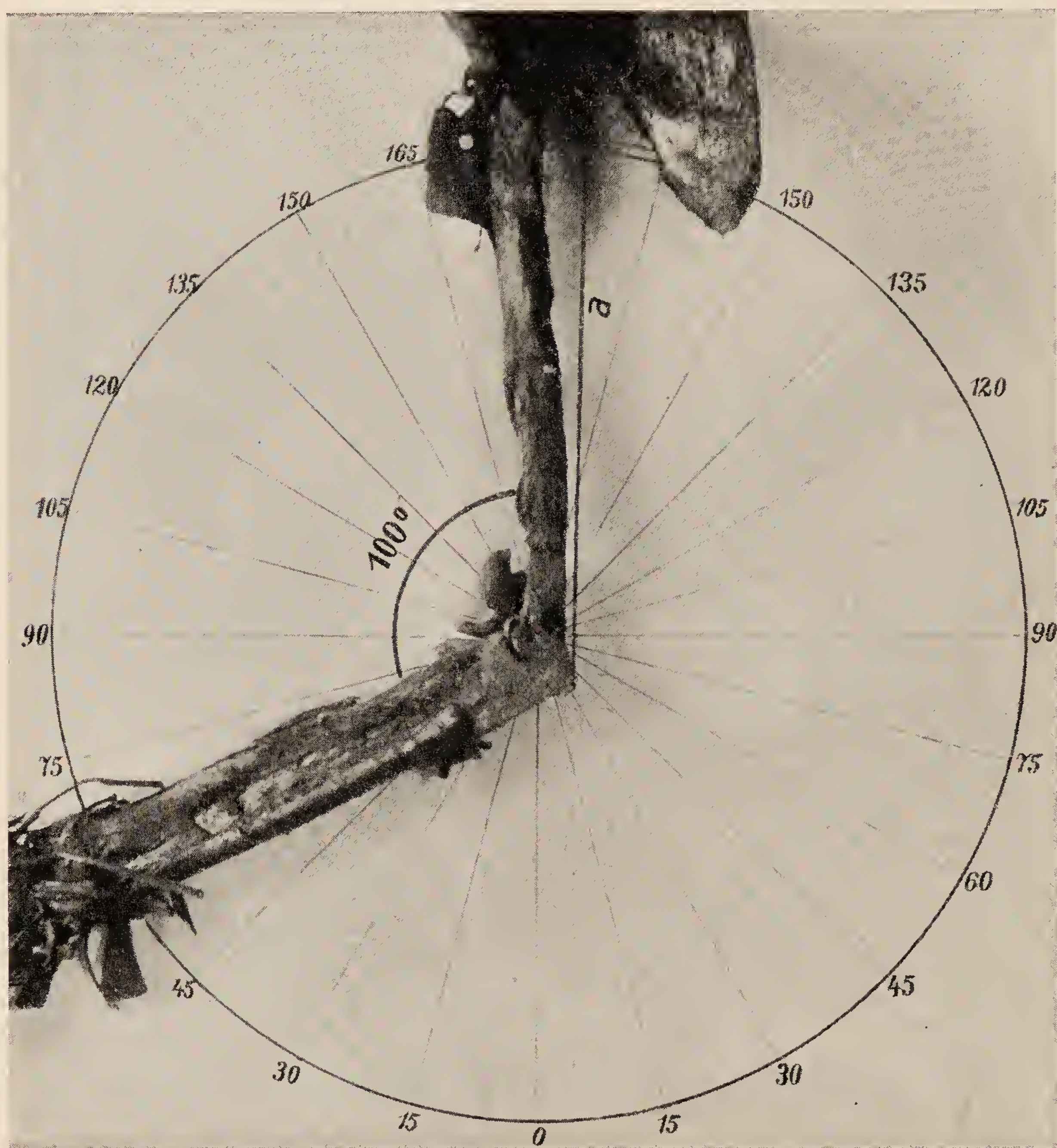


Fig. 2.

hat nun Herz versucht, die Frage für jedes einzelne Gelenk gesondert zu lösen. Er stellt zu diesem Behufe eine Reihe von Versuchen mit einem eigens konstruierten Dynamometer an. Dieses ist so eingerichtet, dass es für jede Phase der möglichen Bewegungen einstellbar ist und die gewünschte Messung in jedem Augenblicke einer bestimmten Bewegung beginnen kann[1]). Die Versuchsperson wird angewiesen, „einen Hebel in der beabsichtigten Richtung mit voller Kraft, aber nicht schleudernd zu bewegen. Dies gelingt jedoch infolge der eigenartigen Konstruktion des Dynamometers nur in geringem Um-

[1]) M. Herz, Das neue System der Heilgymnastik. S. 5/6.

fange, kaum über 2—3° hinaus.“ Ein ausschlagendes Gewicht zeigt dann die geleistete Arbeit an. Herz zerlegt also den ganzen Umfang der Gelenkbewegung in eine Reihe von kleinen Teilen, misst für jeden bei voller Muskelanstrengung die maximal mögliche Arbeit und gewinnt dadurch eine Reihe von Werten, die ihm die Grundlage für die Konstruktion von Gelenkmuskeldiagrammen geben, welche es ermöglichen, die Entwickelung der Muskelkraft in jeder einzelnen Phase abzulesen und die gewonnenen Zahlen untereinander zu vergleichen. Es ist alsdann eine verhältnismässig einfache Aufgabe, dieses

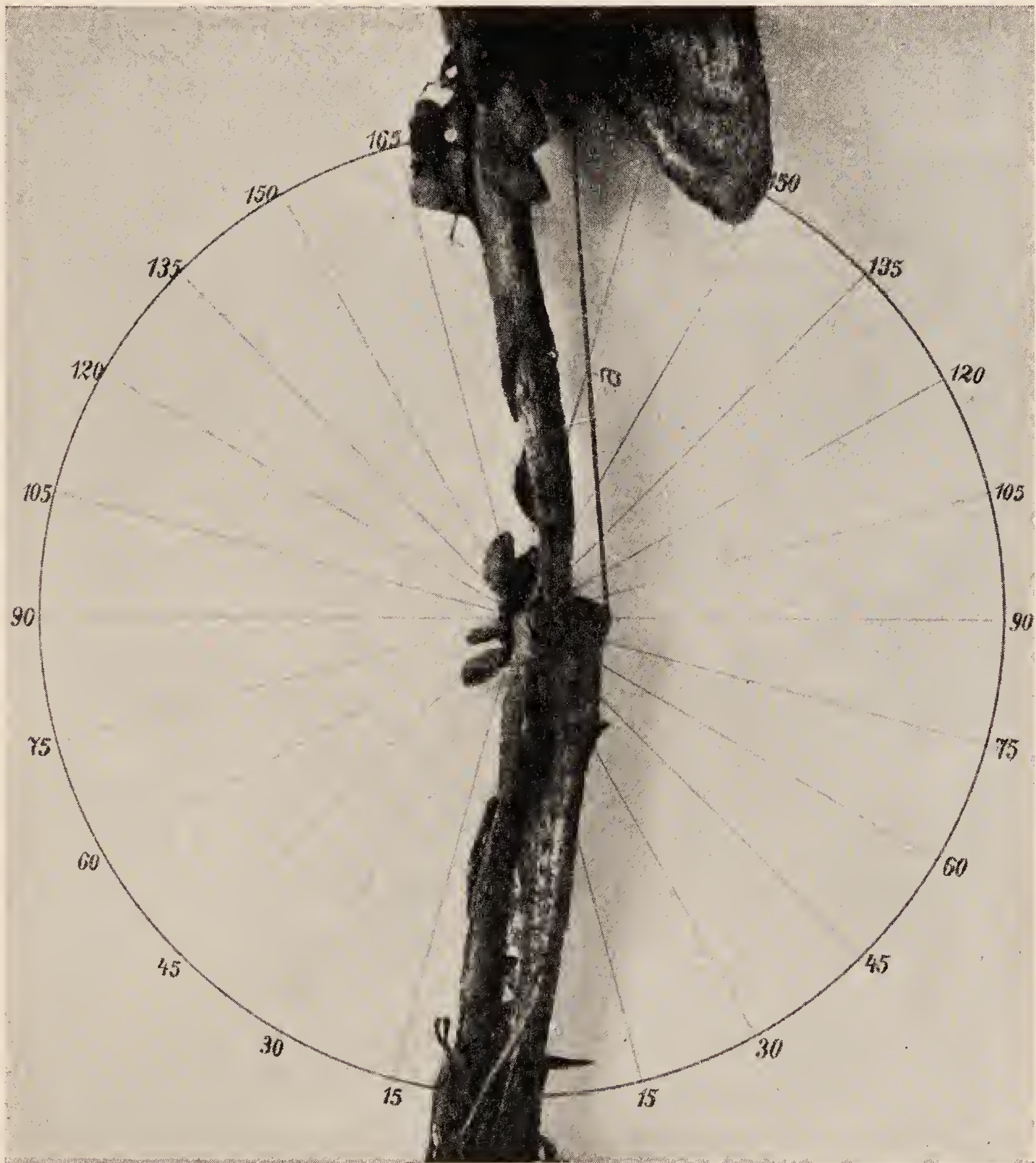


Fig. 3.

Diagramm auf eine mechanische Vorrichtung, eine exzentrische Rolle zu übertragen, die ihrerseits in ihrer Arbeitsübertragung die jeweils verfügbare Kraft in ihren verschiedenen Verhältnissen widerspiegelt. Es ist kein Zweifel, dass an sich diese Art, durch Versuche am Lebenden zu einem exakten Resultat zu gelangen, logisch und gesund ist. Die Herz’schen Ergebnisse sind auch, rein für sich betrachtet, sehr interessant; sie leiden allerdings an dem Fehler, aus der maximalen Arbeitsleistung gewonnen zu sein, und es ist sehr fraglich, ob sie deshalb auch für die geringen Muskelanstrengungen, die sowohl im Leben als auch ganz besonders in der Heilgymnastik die Regel bilden, massgebend

sind. Aber selbst wenn wir dies einmal zugeben wollen, so wird sich doch erweisen lassen, dass von dem gesamten Arbeitsaufwand der Person während des Versuches ein richtiges Bild nicht dargeboten wird. Dies wird sich sofort erweisen, wenn wir uns einen solchen Versuch praktisch vorstellen, z. B. den Seite 6 l. c. dargestellten Pronationsversuch. Will ich mit maximaler Kraft pronieren, so genügt dazu nicht die Drehung des Radius um die Ulna; ich bedarf dazu der Hand; die Belastung muss auf die Finger- und Handgelenke übertragen werden; die Beuge- und Streckmuskeln der Finger und der Hand arbeiten tüchtig mit, und nicht nur diese, der ganze Arm, der Schultergürtel, ja entferntere Körpermuskeln, wie die Bauchpresse, arbeiten mit; dazu kommt noch, dass bei jeder Bewegung auch die Antagonisten regulatorisch mitwirken, also ausser den Pronatoren auch die Supinatoren. Schulter- und Rumpfmuskel haben die Aufgabe, die während der Arbeitsleistung naturgemäss eintretenden Gleichgewichtsstörungen des Armes und bei grösseren Kraftleistungen des übrigen Körpers auszugleichen. Wir sehen also, dass eine einzige Bewegung zahlreiche grosse Muskelgebiete in Tätigkeit versetzt, für deren Arbeitsleistung uns jeder Massstab fehlt. Es wäre nun, um bei einem Beispiele der Pronatoren zu bleiben, im Versuche möglich, die gleichzeitige Betätigung der Finger auszuschliessen, indem man den Arm mit einer genau passenden Hülse umschlösse und diese mit dem Dynamometer in Verbindung brächte; aber erstens wäre dann die Tätigkeit der übrigen, das Gleichgewicht erzeugenden Muskeln sowie die der Antagonisten noch nicht ausgeschieden, und zweitens würde diese Anordnung für die Praxis des Apparatenbaues gänzlich ausscheiden müssen, weil man in praxi eine belastende Pronation nur mit Hilfe der Finger und der Hand durchführen kann. Diese und ähnliche Erwägungen gelten auch für die übrigen von Herz entworfenen Gelenkmuskeldiagramme. Sie sind theoretisch als erster exakter Versuch am Lebenden von grossem Interesse, und es würde sich empfehlen, ihre Ergebnisse mit den Ergebnissen, die O. Fischer durch Rechnung gefunden, zu vergleichen. Leider war mir dies bezüglich des Ellbogengelenkes nicht möglich, da dies Diagramm von Herz nicht veröffentlicht worden ist. In praxi ist aber diese Exaktheit nur eine scheinbare und wohl kaum grösser als die der übrigen Systeme, z. B. des Zander'schen, bei dem die von Zander selbst wohl empfundenen Mängel der theoretischen Konstruktion durch das Feingefühl des Bewegungsgebers, das bei einem Manne wie Zander sicherlich nicht gering anzuschlagen ist, ausgeglichen werden.

Aus vorstehendem ergibt sich also, dass es bisher nicht gelungen ist, Apparate zu konstruieren, deren Arbeitsleistung mit der jeweils verfügbaren Muskelkraft parallel geht. Ich halte auch alle Versuche, dieses Ziel zu erreichen, für aussichtslos. Erfreulicherweise bedarf es aber auch eines solchen Systems nicht. Das hat die Praxis schon erwiesen. Man kann mit jedem System und auch mit den einfachsten Apparaten, ja sogar ganz ohne Apparate, alle Aufgaben der Heilgymnastik erfüllen und gute Resultate erzielen. Der Organismus besitzt eine ungeheure Anpassungsfähigkeit. Täglich und stündlich wechseln die Bedingungen unseres Daseins, täglich und stündlich müssen

wir von den regulatorischen Einrichtungen unseres Körpers Gebrauch machen. Auch das Spiel der Muskeln ist viel zu kompliziert und wechselnd, als dass es sich in einen Schematismus nach Art eines heilgymnastischen Apparates hineinpressen liesse.

Die Forderungen, die man gegenwärtig an einen solchen Apparat zu stellen hat, sind einfach und leicht erfüllbar.

1. Bequemlichkeit der Handhabung, so dass die gewünschte Bewegung leicht und handlich ausführbar ist.
2. Möglichkeit, die Belastung in ausgiebiger Weise zu regulieren, sodass sie von 0 ab nach oben hin leicht auswechselbar ist.
3. Völlige Freiheit für das zu bewegende und die Nachbargelenke. Ich habe es immer für verkehrt gehalten, das Glied oberhalb des zu bewegenden Gelenkes zu fixieren und bin erfreut, dass Otto Fischer den Nachweis, dass bei jeder Bewegung auch die Nachbargelenke mittun, erbracht hat. Jede, auf ein Gelenk beschränkte Bewegung ist gezwungen, anstrengend und deshalb für die Nerven nachteilig.

Diese Forderungen lassen sich auf zahlreiche und ganz einfache Weisen erfüllen.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Soeben beginnt zu erscheinen:

Zentralblatt für Röntgenstrahlen, Radium und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

Dr. med. **Albert E. Stein**
Dirigierender Arzt der chirurgisch-orthopädischen und Röntgen-Abteilung am Augusta-Viktoria-Bad in Wiesbaden

Prof. Dr. **Ph. Bockenheimer**
Privatdozent für Chirurgie in Berlin

Privatdoz. Dr. **G. v. Bergmann**
Assistent der II. mediz. Klinik in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. E. Stein**, Wiesbaden, Taunusstrasse 1.

Jährlich erscheint ein Band von 12 Heften im Gesamt-Umfange von 24 Bogen zum Preise von 15 Mark.

Zur Einführung.

In Anbetracht der von Jahr zu Jahr zunehmenden Bedeutung, welche sowohl Röntgenstrahlen und Radium als auch die diesen Disziplinen nahe verwandten Gebiete für Wissenschaft und Praxis gewinnen, haben sich die Unterzeichneten zur Herausgabe des vorliegenden Blattes entschlossen. Wir sind in der Hauptsache auch durch den Umstand veranlasst worden, dass es bis heute auf den Gebieten der Röntgenologie, der Radiumphysik, der Radiumtherapie etc. weder in Deutschland noch im Auslande ein Organ gibt, welches die gesamten Neuerscheinungen systematisch sammelt und referiert. Während derartige „Zentralblätter“ für sämtliche anderen Spezialfächer vorhanden sind und einem grossen Bedürfnisse genügen, wird das Fehlen eines solchen Blattes teils von denjenigen, welche auf den in Rede stehenden Gebieten literarisch oder praktisch arbeiten, teils auch von denen, welche sich rasch und übersichtlich orientieren wollen, schon seit geraumer Zeit als ein Mangel empfunden. Es existieren auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen etc. nur sehr wenige grosse, und, was auch nicht zu übersehen ist, teure Zeitschriften, deren Anschaffung verhältnismässig wenigen Interessenten möglich ist.

Es soll daher das neue „Zentralblatt für Röntgenstrahlen, Radium etc.“ eine allseitig anerkannte Lücke ausfüllen und gerade denjenigen eine rasche Übersicht ermöglichen, welche aus Mangel an Zeit oder Mitteln nicht in der Lage sind, die grossen Zeitschriften des In- und Auslandes zu halten und zu lesen.

Das „Zentralblatt“ soll neben den regelmässigen und seinen hauptsächlichen Inhalt bildenden ausführlichen Referaten auch kürzere Originalartikel bringen. Ausserdem werden zusammenfassende Artikel aus der Feder berufener Autoren von Zeit zu Zeit über Fortschritte und Stand der Forschung berichten.

Neben der Lehre von den Röntgenstrahlen und vom Radium sollen als „verwandte Gebiete“ zunächst die Fulguration, die Finsentherapie, die Behandlung mit ultraviolettem Licht, die d'Arsonvalisation, die Anwendungsmöglichkeiten der Photographie in den exakten Naturwissenschaften und ähnliches berücksichtigt werden. Es werden nicht nur die medizinisch, sondern auch die physikalisch, chemisch und technisch wichtigen Arbeiten von anerkannten Fachleuten referiert und es wird ein lückenloses Verzeichnis der internationalen Literatur angestrebt werden. Hierdurch soll sowohl für den Mediziner, wie auch für den Physiker, Chemiker und Techniker in dem vorliegenden „Zentralblatt“ im Laufe der Zeit ein unentbehrliches Nachschlagewerk geschaffen werden.

Druck der Königl. Universitätsdruckerei H. Stürtz A. G., Würzburg.